

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

074

Ośrodek Badań niezawodności i Jakości

Centralna Stacja Prób

A

Główny wykonawca

Wykonawcy mgr inż. inż. K. Majdan, J. Skrzeczkowski

Konsultant

Nr zlecenia
107/U-23.01.01A

Opracowanie urządzeń transmisyjnych
MIR PROWAY.

Etap 3.1. Opracowanie koncepcji badań
kanałów transmisyjnych utworzonych na
magistrali MIR PROWAY.

Zleceniodawca problem węzłowy 06.1.

Pracę rozpoczęto dnia 10.01.82

Kierownik/CSP

Z-ca Dyrektora
d/s Automatyki

zakończono dnia 30.03.82

Kierownik OBN

mgr inż. E. Trepczyński

dr inż. St. Budzyński

p.o. dr inż. T. Gałązka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 9

Egz. 1 BOINTE

rysunków 8

Egz. 2 OAE

fotografii

Egz. 3 OBN

tabel

Egz. 4

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 4816

4

Analiza deskryptorowa

SYSTEM AUTOMATYKI KOMPLEKSOWEJ + URZĄDZENIA TRANSMISJI
SZEREGOWEJ + ZAŁOŻENIA

Analiza dokumentacyjna

Opracowanie przedstawia koncepcję badań kanałów transmisyjnych utworzonych na magistrali MIR PROWAY.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Opracowanie założeń projektowych na magistralę komunikacyjną
MIR PROWAY - nr rej. 4735.

Opracowanie założeń projektowych na układ sprzężenia z magistralą MIR PROWAY - nr rej. 4756.

681.5 Technika sterowanie automatyzacji

UKD

MERA-PIAP/TW 331/78 5000

OPRACOWANIE KONCEPCJI BADAN KANAŁÓW TRANSMISYJNYCH UTWORZONYCH
NA MAGISTRALI MIR PROWAY

1. Wstęp
2. Podstawowe parametry jakości transmisji w synchronicznych kanałach szeregowych oraz układy pomiarowe
3. koncepcja ogólna miernika zniekształceń i błędów transmisji
 - 3.1. Struktura blokowa
 - 3.2. Założone parametry funkcjonalne
4. Wyniki wstępnych badań laboratoryjnych jakości transmisji w kanałach symulowanych z optoizolacją
5. Wnioski
6. Dokumenty i opracowania związane

1. Wstęp

Celem prowadzenia badań jakości transmisji w kanałach szeregowych utworzonych na magistrali MIR-PROWAY jest:

- a/ sprawdzenie dopasowania funkcjonalnego i elektrycznego sterowników linii MIR-PROWAY przy ich współpracy na odległość
- b/ sprawdzenie parametrów propagacji sygnałów liniowych przez tor koncentryczny, tj. zasięgu łączności między stacjami przy zadanej prędkości transmisji oraz w obecności zakłóceń
- c/ wyznaczenie danych wyjściowych dla obliczeń statystycznych wynikowych parametrów transmisji, tzn. dla wyznaczenia efektywnej wierności i prędkości transmisji.

Zgodnie z wymaganiami IEC [6.1 i 6.2] wynikowa stopa błędów dowolnego kanału transmisji, utworzonego na magistrali MIR PROWAY, powinna być nie większa od $3 \cdot 10^{-15}$ przy elementowej stopie błędów kanału mniejszej od 10^{-6} oraz przy maksymalnej prędkości transmisji 100 kb/s. W zaleceniach IEC postuluje się ponadto, aby zależności pomiędzy długością toru, parametrami sygnałów zakłócających, prędkością transmisji a elementową stopą błędów kanału były określone graficznie dla konkretnej realizacji systemu PROWAY.

Powyższe przesłanki wskazują na potrzebę opracowania specyficznych metod badawczych jakości kanałów transmisyjnych oraz aparatury przeznaczonej do w/w badań.

Zakłada się, że badania podstawowych parametrów kanałów transmisji synchronicznej, tj.:

- stopnia zniekształceń izochronicznych
- elementowej stopy błędów
- parametrów rozkładu statystycznego błędów

wykonane będą na etapie projektowania i uruchamiania systemi MIR-PROWAY obejmujące również kontrolę współpracy z obiektami automatyzacji i wykonywane programowo wg protokołów sieciowych.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono ogólną koncepcję wykonywania pomiarów podstawowych parametrów synchronicznych kanałów transmisji informacji w zastosowaniu do systemu MIR-PROWAY.

Metodę pomiarową zilustrowano wynikami badań tych parametrów uzyskanymi dla stosowanych obecnie w systemach automatyki kanałów transmisji szeregowej z optoizolacją i przesyłaniem sygnałów w pętli prądowej ± 20 mA.

2. Podstawowe parametry jakości transmisji w synchronicznych kanałach szeregowych oraz układy pomiarowe

W systemach automatyki wykorzystywane są kanały telefoniczne /linie kablowe/, wewnątrz których realizuje się kanały dyskretne /kanały transmisji danych/ - rys.1.

W tak otrzymanych kanałach pierwotnych /podkładowych/ mierzone są parametry konwencjonalne - typowe dla kanału podkładowego oraz parametry specyficzne - typowe dla transmisji danych.

Podstawowym problemem przy przesyłaniu informacji w postaci sygnału binarnego /dyskretnego/ jest zapewnienie jak największej wierności transmisji.

Do czynników mających zasadniczy wpływ na jakość przesyłanej transmisji w rzeczywistym kanale można zaliczyć:

- a/ ograniczone pasmo przenoszenia sygnałów przez kablowe linie telefoniczne
- b/ szerokie i zależne od prędkości transmisji pasmo sygnału użytecznego
- c/ tłumienność wynikowa toru przesyłowego dla częstotliwości środkowej oraz zniekształcenia tłumieniowe i opóźnieniowe w paśmie przenoszenia
- d/ warunki dopasowania falowego na wejściu i wyjściu linii
- e/ zniekształcenia czasowe wywołane:
 - niestacjonarnością charakterystyk częstotliwościowych toru
 - rozrzutem poziomów progowych logicznego 0 i 1 w układzie dyskryminatora amplitudy
- f/ zakłócenia szerokopasmowe o charakterze szumu białego
- g/ zakłócenia harmoniczne, wywołane przesłuchem telefonicznym
- h/ zakłócenia impulsowe, wywołane głównie pracą urządzeń energetycznych /przemysłowych/

Syntetyczną miarą jakości transmisji binarnej jest liczba błędnych elementów /lub bloków/ wykrytych w badanym sygnale.

W praktyce zjawisko występowania błędów w sygnale transmisji danych określa się w sposób ilościowy przez podanie stopy błędów.

Mierząc liczbę elementów błędnych n_e w danym seansie pomiarowym wyznaczamy pomiarową elementową stopę błędów:

$$ESB = \frac{n_e}{T \cdot V_m}$$

gdzie: N_e - liczba elementów błędnych
 T - czas trwania pomiaru s
 V_m - szybkość transmisji bit/s

Ze względu na przypadkowy charakter powstawania błędów w kanałach dyskretnych, a także ograniczony w praktyce czas trwania pomiaru wielkość ESB jest zmienną losową. Wielokrotne pomiary mogą prowadzić do zupełnie odmiennych wyników - nawet dla kanału o stałych własnościach statycznych.

Sygnal binarny przesyłany przez kanał dyskretny ulega zniekształceniu izochronicznym polegającym na tym, że w procesie transmisji zmieniają się odległości wzajemne momentów charakterystycznych.

W trakcie transmisji odległość między dwoma dowolnymi momentami charakterystycznymi sygnału niezniekształcanego jest całkowitą wielokrotnością odstępu jednostkowego ϵ . W sygnale rzeczywistym odbieranym po stronie odbiorczej każdy moment charakterystyczny jest opóźniony o czas ΔT , równy czasowi przejścia sygnału przez ten kanał, zmniejszany lub powiększany o indywidualne zniekształcenie bezwzględne Q_i dla każdego i -go momentu charakterystycznego. Miarą stopnia zniekształcenia izochronicznego indywidualnego jest:

$$\delta_i = \frac{Q_i}{\epsilon} \cdot 100 \%$$

gdzie:

Q_i - indywidualne zniekształcenie bezwzględne i -go momentu charakterystycznego

ϵ - odstęp jednostkowy

Zniekształcenie indywidualne δ_i nosi nazwę zniekształcenia elementarnego.

W praktyce najczęściej mierzona jest wartość maksymalna zniekształcenia:

$$\delta_{i\max} = \sup_{i=1}^n \delta_i \quad [\%]$$

Można wyróżnić dwa podstawowe układy pomiarowe wykorzystywane praktycznie przy pomiarze błędów oraz zniekształceń czasowych w sygnale transmisji danych.

Na rys.2 przedstawiono zasadę tzw. pomiaru "od punktu do punktu" przeprowadzanego najczęściej w badaniach eksploatacyjnych kanału transmisji danych /pracującego w warunkach przemysłowych/.

Przy pomiarze tym nadajnik i odbiornik znajduje się w pewnej odległości od siebie, co uniemożliwia korzystanie po stronie odbiorczej z podstawy czasu nadajnika. Tak więc w celu zapewnienia prawidłowego pomiaru niezbędne jest zastosowanie przy dokonaniu pewnych kompromisowych ustaleń dodatkowego układu synchronizacji binarnej.

W badaniach laboratoryjnych znajduje zastosowanie zasada tzw. "pomiaru w pętli" rys.3.

Podczas tego pomiaru nadajnik i odbiornik sekwencji pomiarowej są zlokalizowane w tym samym miejscu.

Badany obiekt składa się z dwóch lub więcej kanałów połączonych ze sobą tak, że całość tworzy pętlę zamykającą się w punkcie pomiaru. Jednym z najważniejszych problemów przy wykonywaniu pomiaru w pętli jest zapewnienie zgodności w czasie /synfázowości/ programów wzorcowego i badanego.

Ważnym zagadnieniem przy pomiarze zniekształceń czasowych jest zapewnienie synchronizacji startowej podstawy czasu z sekwencją pomiarową.

3. Koncepcja ogólna miernika zniekształceń i błędów transmisji

W celu prowadzenia badań kanałów transmisyjnych utworzonych na magistrali MIR-PROWAY proponuje się budowę miernika błędów i zniekształceń izochronicznych.

Miernik umożliwiłby wykonanie pomiarów rzeczywistego kanału transmisji /zainstalowanego "na obiekcie"/.

Miernik byłby wykonany w postaci modułu /oznaczenie konstrukcji modułowej TP-3-0308 wg typoszeregu MERA ZAP-MONT/ jako przyrząd autonomiczny zasilany z zewnętrznego źródła napięcia $U_{nz} = +5 V$ przystosowany do umieszczenia w znormalizowanej kasecie 19" typ TP-3-0807.

Układ elektroniczny miernika zrealizowanoby wykorzystując cyfrowe układy TTL małej i średniej skali integracji produkcji krajowej.

3.1. Struktura blokowa

Szczegółowy schemat blokowy zaproponowanego miernika przedstawiono na rys.4.

Na rysunku przyjęto oznaczenia:

US - układ sterowania

- GSC - generator elementowej skali czasu /podstawy czasu/
- DSC - dzielnik elementowej skali czasu
- DSF - dzielnik pomiarowej skali czasu
- GTD"511" - generator sekwencji pomiarowej
- GTD"1:1"
- NC - nadajnik cyfrowy
- OC - odbiornik cyfrowy
- GTW"511" - generator tekstu wzorcowego
- GTW"1:1"
- USS - układ synchronizacji startowej
- USE - układ synchronizacji elementowej
- UDF - układ detektora zniekształceń izochronicznych
- PT - układ porównania tekstów
- DF - detektor zniekształceń izochronicznych
- WZ - układ generacji impulsów wpisującego i zerującego
- IF - licznik impulsów pomiarowych
- RF - rejestr impulsów pomiarowych
- RW - układ wpisu do rejestru
- KF - układ komparatora zniekształceń izochronicznych
- UF - układ odczytu procentowej wartości zniekształceń izochronicznych
- UDB - układ detektora elementów błędnych
- GI - generator pojedynczego impulsu
- DB - detektor elementów błędnych
- UB - układ odczytu liczby elementów błędnych.

Generator GSC zbudowany przy użyciu rezonatora kwarcowego jest źródłem wysokostabilnej fali prostokątnej doprowadzonej do dzielnika DSC. Na wyjściu DSC otrzymujemy przebieg prostokątny o częstotliwości wybranej programowo przełącznikami stabilnymi układu sterującego US. Przebieg ten tworzy pomiarową skalę czasu SF doprowadzoną do układu zniekształceń izochronicznych UDF oraz do dzielnika DSF /1:100/. Otrzymany z dzielnika DSF sygnał SC jako wewnętrzna podstawa czasu wchodzi na wejście nadajnika cyfrowego NC i na układ synchronizacji elementowej USE.

Sygnał SC jest również zegarem generatora tekstu pomiarowego GTD"511" oraz GTD"1:1".

W zaprojektowanym mierniku byłby zastosowany 511-bitowy tekst pomiarowy zgodnie z zaleceniem V52CCITT. Wybrany tekst pomiarowy /"511" lub "1:1"/ TD/N jest wysyłany po zsynchronizowaniu z podstawą czasu SC/N przez nadajnik NC w tor informacyjny. Czas trwania seansu

pomiarowego /przesyłu tekstu pomiarowego/ zależy od prędkości transmisji V_m oraz zakresu pomiarowego stopy błędów i jest ustalony programowo przełącznikami stabilnymi układu US.

Po przejściu przez badany kanał transmisyjny /NC - linia - OC/ sygnały SC/O i TD/O są zniekształcone.

Do określenia zniekształceń informacji TD/O za podstawę czasu przyjmuje się sygnał SC/O.

Podstawa czasu SC/O jest zegarem generatora tekstu wzorcowego GTW"511" oraz GTW"1:1".

Pomiar błędów i zniekształceń czasowych rozpoczyna się po zsynchronizowaniu generatorów GTD i GTW.

Synchronizacja polega na wypracowaniu przez układ USS zgodności czasowej treści tekstu wzorcowego z odebrany.

Podczas trwania pomiaru wynik porównania tekstów δ jest próbkowany pomiarową skalą czasu SF w układzie detektora zniekształceń izochronicznych DF.

Impulsy pomiarowe wypełniające sygnał błędności δ są zliczane przez licznik LF. Stan licznika zostaje przepisany do rejestru. Na komparatorze KF porównuje się aktualny stan licznika LF z jego stanem poprzednim. Jeżeli aktualne wypełnienie licznika jest większe od poprzednich wartości to komparator wypracowuje kryterium przepisania nowego stanu licznika do rejestru FR. Stan rejestru jest dekodowany i wyświetlany przez układ odczytu UF maksymalnej procentowej wartości zniekształceń izochronicznych.

Wynik porównywania tekstów jest strobowany impulsem wytworzonym przez generator GI.

Jeżeli chwilowe indywidualne zniekształcenie czasowe $\delta_i > 50\%$ to układ detektora elementów błędnych generuje impuls błędu.

Impulsy błędów są zliczane a wynik zliczenia dekodowany i wyświetlany przez układ odczytu liczby elementów błędnych UB.

W celu prowadzenia badań kanału transmisji zainstalowanego na "obiekcie" /zasada pomiaru "od punktu do punktu"/ przewiduje się wyposażenie miernika w układ synchronizacji elementowej USE /układ skokowej korekcji fazy/.

3.2. Założone parametry funkcjonalne

Przyjmuje się następujące założenia do projektu:

- napięcie zasilania
- wejścia obiektowe oraz sterujące:

- Uzn = +5 V

- prędkość transmisji V_m

interfejs szeregowy I2, wejście generatora sygnałowego GS, wejście zegara zewnętrznego

$100 + 96000 \frac{\text{bit}}{\text{s}}$ przy pomiarach wykonywanych "w pętli"

$100 + 19200 \text{ bit/s}$ dla pomiarów wykonywanych w układzie "od punktu do punktu" /docelowo przewiduje się $V_{m_{\max}} = 48000 \text{ bit/s/}$

- tekst pomiarowy
- zakres pomiarowy ESB

pseudolosowy 511 elementowy wg zalecenia V52 CCITT, fala prostokątna 1:1

podzakresy pomiarowe: $10^{-8} + 10^{-4}$
 $10^{-7} + 10^{-3}$
 $10^{-6} + 10^{-2}$
 $10^{-5} + 10^{-1}$
 $10^{-4} + 10^0$

miar ciągły

- niedokładność pomiaru zniekształceń izochronicznych 1%
 $\Delta \delta_{\text{imax}}$
- zakres pomiaru δ_{imax} $0 \% + 99 \%$

4. Wyniki wstępnych badań laboratoryjnych jakości transmisji w kanałach symulowanych z optoizolacją

Na etapie teoretycznych rozważań na temat metod badań kanałów transmisji danych wykonano eksperymentalnie uproszczoną wersję układu do pomiaru liczby błędnych elementów oraz maksymalnej wartości indywidualnego zniekształcenia izochronicznego w przesyłanym sygnale.

Wstępnie badaniu poddano kanał sprzężenia szeregowego utworzony z układu nadawczo-odbiorczego wg rys.5.

Badanie wykonano dla transmisji w warunkach symulowanej linii kablowej.

Na rys.6 zamieszczono charakterystykę przedstawiającą przebieg zmian maksymalnej wartości zniekształceń izochronicznych w funkcji prędkości transmisji dla sekwencji pseudolosowej /511/ oraz 1:1.

Na rys.7 znajduje się charakterystyka ilustrująca przebieg zmian elementowej stopy błędów w funkcji wartości prądu sygnału użytecznego / I_{SRMS} / przy symulowanych w kanale zakłóceniach szumowych o poziomie

$$I_{ZRMS} \equiv 0,1 \cdot I_{SRMS}$$

Zmianę elementowej stopy błędów /ESB/ w funkcji stosunku sygnału zakłócającego do użytecznego o stałej wartości $I_{SRMS} = 20$ mA przy prędkości transmisji $V_m = 1200$ bit/s oraz $V_m = 9600$ bit/s przedstawia charakterystyka zamieszczona na rys.8.

Otrzymane wstępne wyniki potwierdziły poprawność przyjętej koncepcji układu oraz wykazały potrzebę budowy miernika.

5. Wnioski

A/ Ze względu na zdefiniowany interfejs DCE/DTE [6.3, 6.4, 6.5] oraz potrzebę przeprowadzenia badań laboratoryjnych przewidzianych do opracowania urządzeń transmisyjnych systemu MIR-PROWAY celowe jest przystąpienie do prac konstrukcyjnych związanych z opracowaniem testera jakości kanałów transmisyjnych utworzonych na magistrali MIR-PROWAY.

B/ Przy opracowaniu urządzeń badawczych należy uwzględnić dostępną krajową bazę elementową i możliwości wykonawcze PIAP w tym zakresie.

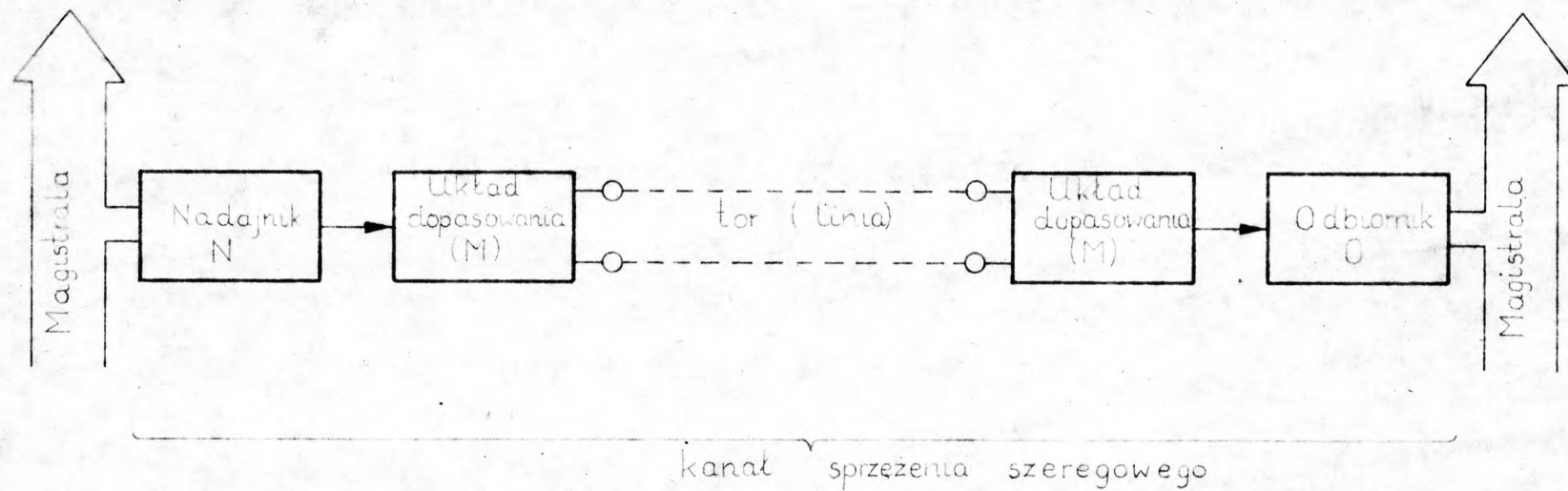
6. Dokumenty i opracowania związane

- 6.1. IEC TC65A/Secr/18. Process data highway /proway/ for distributed process control systems. Part. 2: Functional requirements - March 1979
- 6.2. IEC TC65A/Secr/28. Process data highway /proway/ for distributed process control systems. Part 1 General description and functional requirements - September 1980
- 6.3. IEC TC65A/Secr/33. Process data highway /proway/ for distributed control systems. Part.7. Specification for coupler interface - Physical - May 1981
- 6.4. ISO 4902.1980. Data communication - 37 pin and 9 pin DTE/DCE interface connectors and pin assignments
- 6.5. CCITT Recommendations V.11. Electrical characteristics for balanced double - current interchange circuit for general use with integrated circuit equipment in the field of data communications
- 6.6. Opracowanie założeń projektowych na magistralę komunikacyjną MIR-PROWAY. MERA PIAP - nr rej. 4735

11

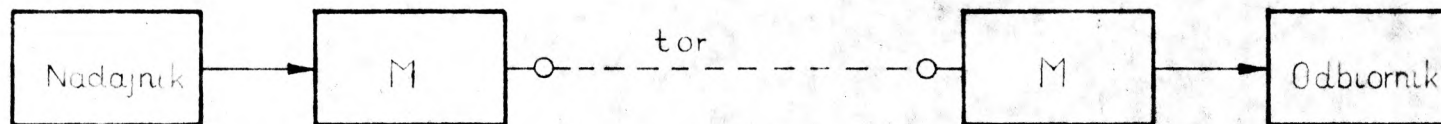
6.7. Opracowanie założeń projektowych na układ sprzężenia z magistralą MIR-PROWAY . MERA PIAP - nr rej. 4756.

11/1/81

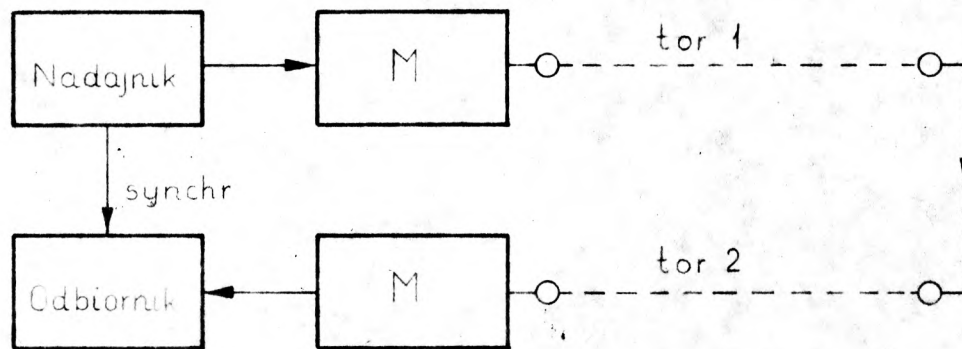


M - modem

Rys.1 Kanał sprzężenia w systemie automatyki.

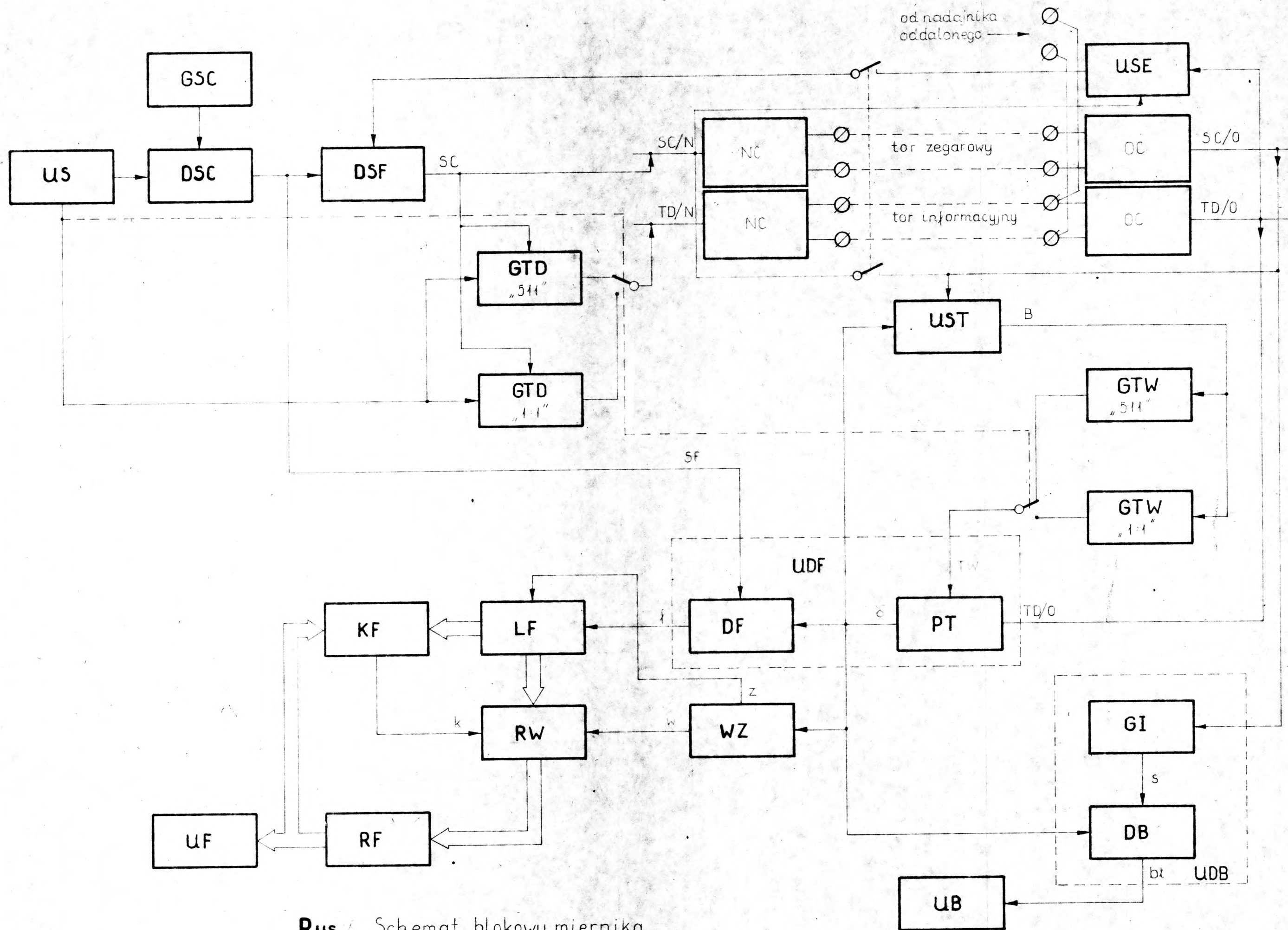


Rys.2 Pomiar od punktu do punktu

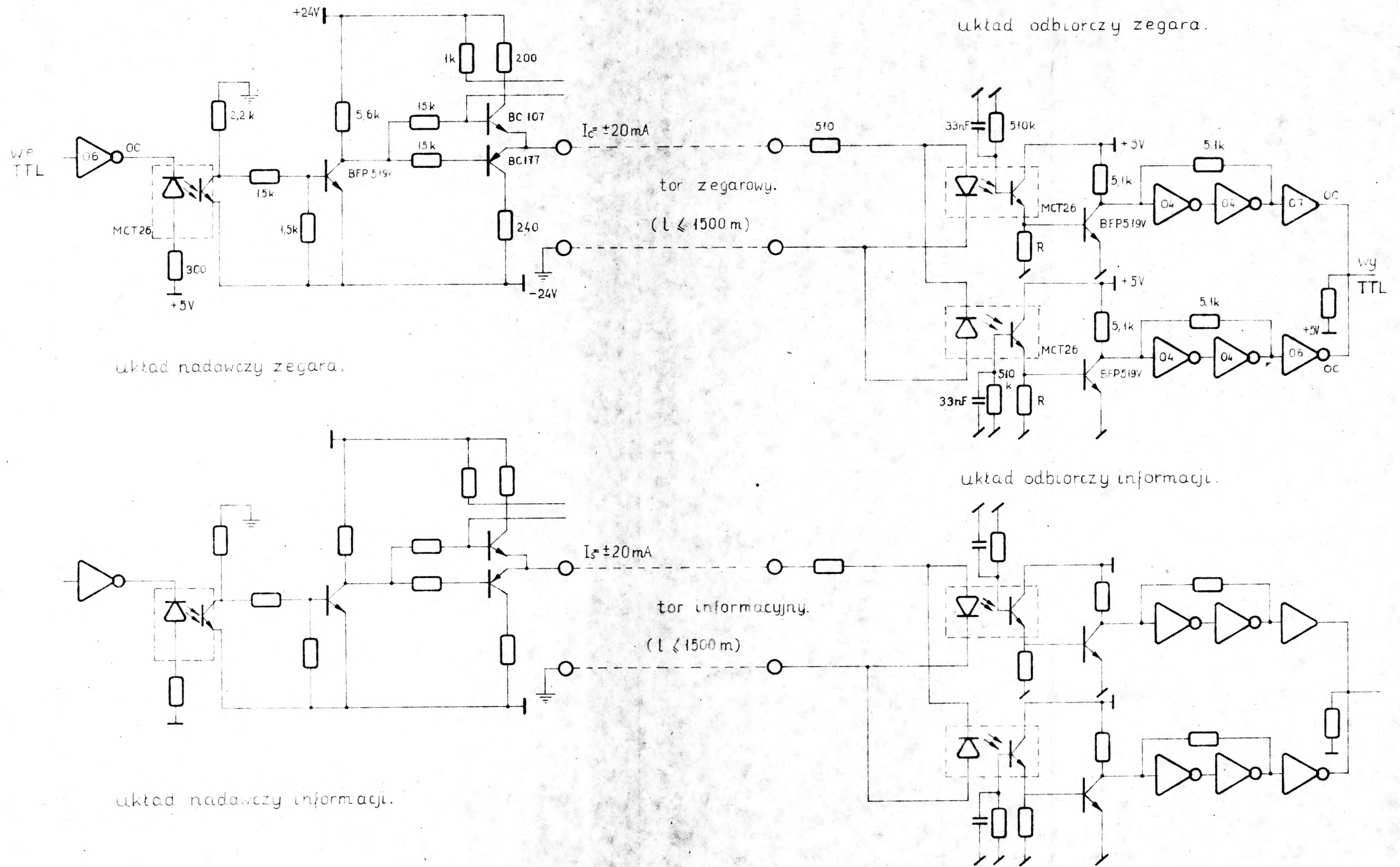


Rys.3 Pomiar w petli

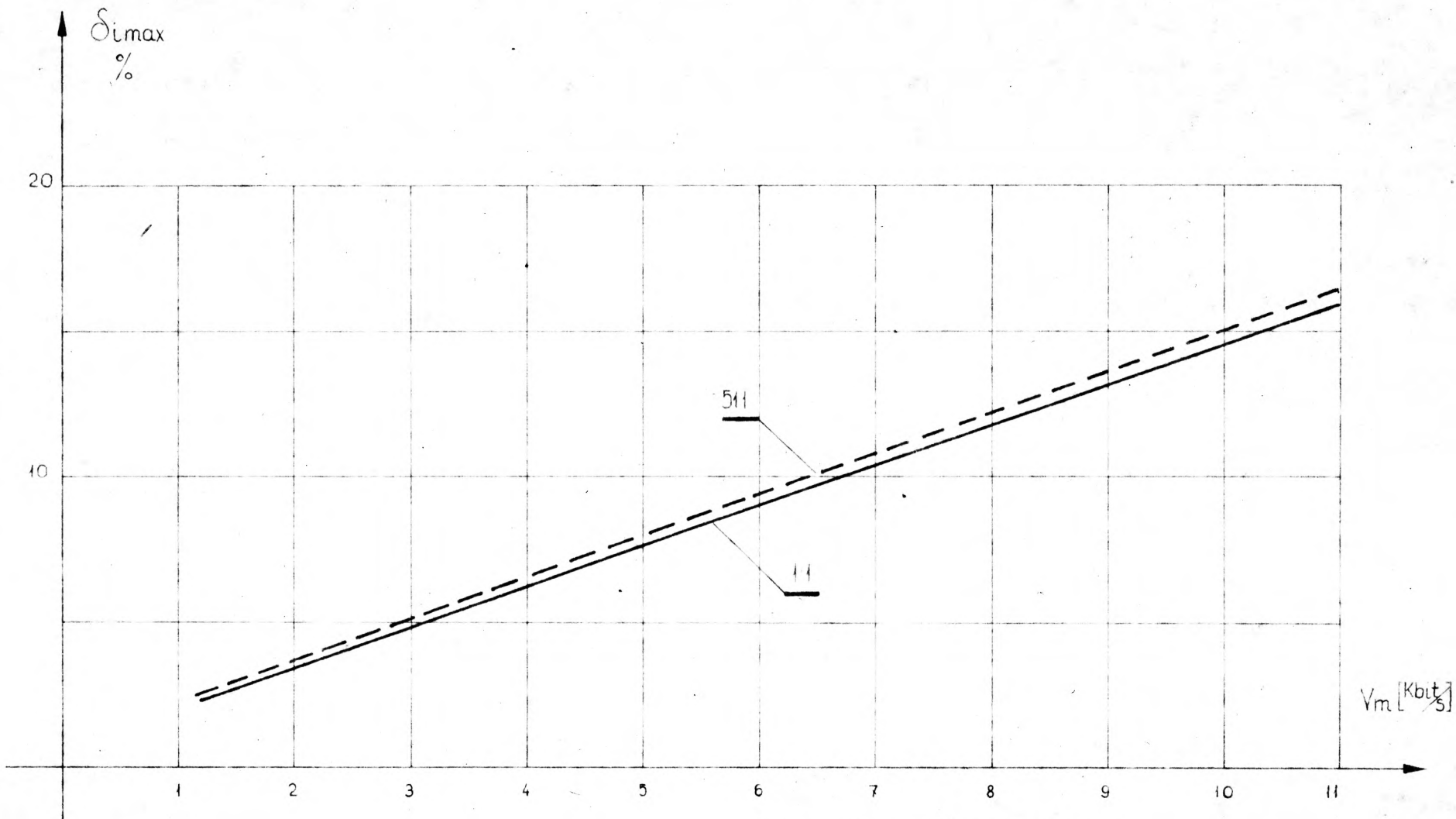
HY



Rys. 4 Schemat blokowy miernika.



Rys. 5



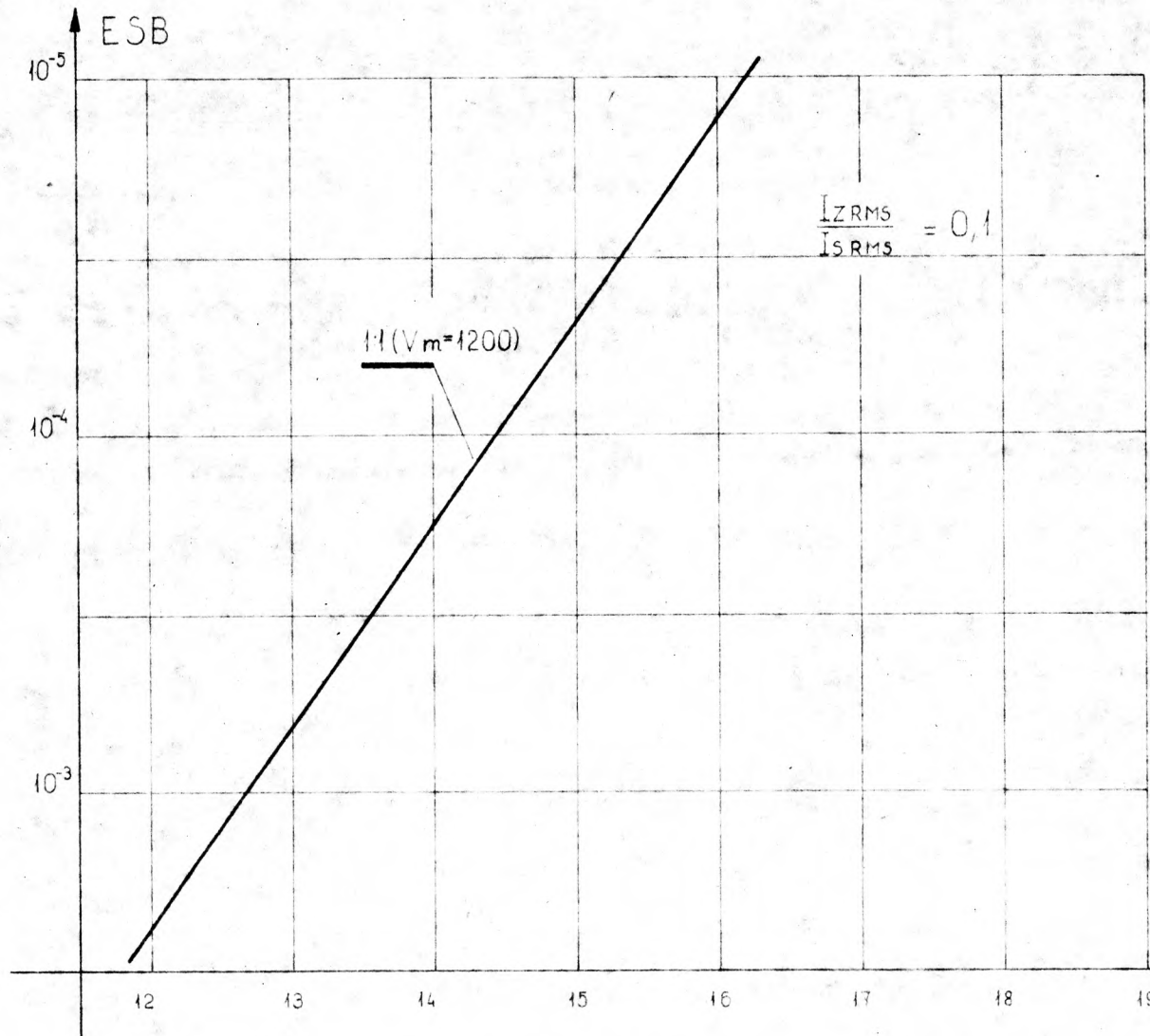
V_m - predkość transmisji

δ_{Lmax} - wartość maksymalna zniekształceń izochronicznych

5II, II - rodzaj tekstu pomiarowego

Rys. 6

72



$I_{S\text{RMS}}$ - sygnał użyteczny

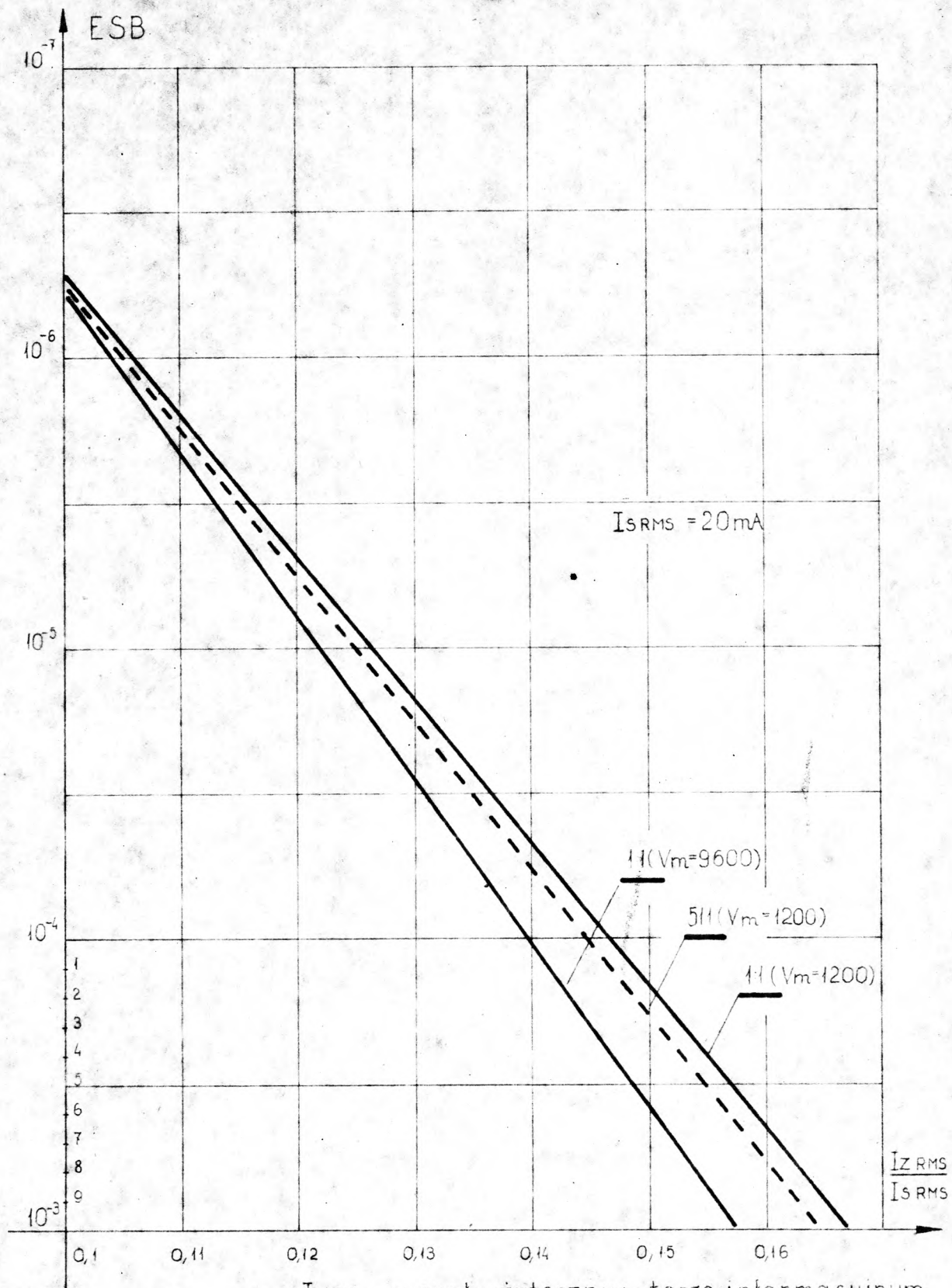
$I_{Z\text{RMS}}$ - sygnał zakłócający

ESB - elementowa stopa błędów

V_m - predkość transmisji

18

Rys. 7



$I_{s\text{RMS}}$ - sygnał użyteczny w torze informacyjnym

$I_{z\text{RMS}}$ - sygnał zakłócający

ESB - elementowa stopa błędów

511, 1:1 - rodzaj tekstu pomiarowego

V_m - prędkość transmisji

Rys 8